

文章编号:1004-8227(2011)04-0410-06

长江鱼类繁殖共位群划分的初步研究

张轶超^{1,2,3}, 乔 晔^{2*}, 常剑波²

(1. 中国科学院水生生物研究所, 湖北 武汉 430072; 2. 水利部中国科学院水工程生态研究所, 湖北 武汉 430079;
3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要:依据鱼类的繁殖习性及其早期发育阶段的适应特征,将长江中的8目17科90种鱼类划分为3个行为类型,13个繁殖共位群。其中鲤形目鱼类的86.9%属于无亲体护卫型繁殖类群,多为适应长江干流环境的漂浮性产卵类群以及适应湖泊定居的喜石性产卵类群与喜植性产卵类群。与现有的分类系统相比较,鲴亚科的全部种类仅局限于同一个繁殖共位群中,而鮡亚科的种类则分布于5个不同的繁殖共位群。对不同水系繁殖共位群的组成进行了比较。此外,讨论了不同繁殖共位群的生态适应性,及其在长江流域鱼类资源保护中的应用。

关键词:繁殖共位群; 早期发育; 长江
文献标识码:A

鱼类早期生活史阶段包括了成活率最低的受精卵、仔鱼和稚鱼3个发育时期,是鱼类生活史中的一个重要阶段。早期发育阶段成活率直接关系到鱼类的年际补充量的大小,是引起种群数量变动和年龄结构变化的主要原因,并与渔业资源开发利用尺度以及鱼类资源保护政策的制定等密切相关。影响鱼类早期成活率的因素,除目前在国际上受到广泛关注的日龄、饥饿不可逆点(PNR)、捕食与被捕食等热点问题外,与鱼类繁殖策略密切相关的早期发育阶段的生态适应问题也不容忽视^[1,2]。为此,Balon综合鱼类繁殖策略和早期发育阶段的适应特征,提出鱼类繁殖共位群(Reproductive Guilds)的概念^[3]。生活在不同水域的鱼类,具有不同的生殖习性,以适应不同栖息地的环境条件。形态学和行为学的研究表明,鱼类为了生殖的需要而在身体上或行为上的特化,甚至要比摄食特化还要多。因此,开展鱼类繁殖共位群划分的研究,不仅有助于我们深入了解鱼类的繁殖习性形成的进化生态学机制,而且在进行水域生态系统结构和功能的研究中,能够避免以物种为单元进行分析时所造成的偏差。此外,繁殖共位群的存在,以及不同类群之间存在的系统关系的脉络,还有助于对现有以形态和解剖学为主构建的鱼类分类合理性的重新认识。

由于受东亚季风气候的影响,长江具有季节性泛滥的特征,加之源远流长、支流众多,从河源到河口的海拔高程相差超过5 000 m,环境地貌复杂多样。与流域的水文、气象、地质、地貌的复杂性相适应,长江鱼类种类繁多,不同种类的生态习性迥异,既有对全流域不同类型环境都有较好适应的广布性种类,也有对某一些特殊生境产生了高度适应的特有种类,表现出极高的物种多样性。长江也是全世界鱼类特有种分布最为集中的水域之一,迄今查明在长江流域分布的鱼类约有350种,其中特有种就达120种之多^[4]。过去,有关长江鱼类的生态学研究主要包括一些种类的个体生物学、种群动态,以及早期生活史(早期发育)等方面,尚未涉及繁殖共位群的划分^[5]。作者开展长江鱼类繁殖共位群划分研究的目的,是试图从形态、生态和行为适应的角度,增加对长江鱼类生活史对策(繁殖对策)的认识,并结合物种生存的环境需求,为资源的保护和合理利用积累科学资料。

1 鱼类繁殖共位群划分的原理和方法

Balon提出的鱼类繁殖共位群划分标准,将鱼类与繁殖有关的行为学特征划分成3个类型,即无

收稿日期:2010-03-22;修回日期:2010-04-13

基金项目:三峡环境监测项目(SX9815)《水生动物流动监测重点站》;《长江鱼类早期资源调查方法与鱼苗种类鉴定》专题

作者简介:张轶超(1979~),男,湖北省枣阳人,博士研究生,主要从事鱼类生态与保护生物学研究. E-mail:zhangych@mail.ihe.ac.cn

*通讯作者 E-mail:qiaoye@mail.ihe.ac.cn

亲体护卫型、亲体护卫型和亲体携带型^[3,6,7]。其主要依据为鱼卵和仔稚鱼的形态,具体则包括受精卵的形态、性质,吸水膨胀后的大小;仔鱼的大小、形态、色素分布、粘液腺的有无、各种临时呼吸器官(如肠下静脉、尾静脉、居维氏管以及各鳍褶中的血管)的发育情况以及仔鱼的生活习性等。这些性状与鱼

类发育早期的环境密切相关,并决定本划分中鱼类所处的繁殖共位群的类型。在此基础上,根据亲鱼是否具有守护卵苗的繁殖行为特征,按低等到高等的进化方向,将各繁殖生态类群归入3个行为学类型。具体标准详见表1。

表1 鱼类繁殖共位群的主要特征

Tab.1 Main Features of Reproductive Guilds of Fishes

类群	早期个体发育典型特征
A. 无亲体护卫型:	
A. 1. 开放基质产卵亚型	
A. 1.1 喜浮产卵类群	产生众多的浮性卵,胚胎呼吸器官发育很差或无,色素少,不避光
A. 1.2 喜石-喜浮产卵类群	初期卵膜具有粘性,随后一些卵浮于水面;胚胎孵出后自由生活在水的中上层,自动上浮或被动上浮,不避光,胚胎呼吸器官少许
A. 1.3 喜石产卵类群	早期仔鱼避光,藏在岩石下;胚胎呼吸器官发育中等,色素出现较晚
A. 1.4 喜石-喜植产卵类群	卵粘附在水下物体上,孵化晚,卵黄囊仔鱼头部有粘液腺,避光,呼吸器官发育中等
A. 1.5 喜植产卵类群	卵具粘性,挂在沉水植物上,孵化晚;卵黄囊仔鱼具有粘液腺,不避光,胚胎呼吸器官极为发达
A. 1.6 喜砂产卵类群	卵粘附在流水中的砂上,卵黄囊仔鱼无粘液腺,趋光,呼吸器官不发达,胸鳍大
A. 1.7 喜气产卵类群	亲鱼将粘性的卵产在潮湿的草皮上;不避光,呼吸器官发育中等
A. 2. 隐蔽产卵亚型	
A. 2.1 喜气-喜砂产卵类群	产卵于高潮水位线上,受精卵受波浪冲击,在潮湿的沙中孵化,仔鱼为上层性
A. 2.2 喜早产卵类群	受精卵在分裂期即分散开来,进入一个以上的休眠期,卵子和胚胎可以在干燥的泥土中存活数月之久
A. 2.3 喜石产卵类群	受精卵藏于有卵石的洼地(卵坑)上,或藏于岩石缝隙中,卵黄大而稠密,仔鱼有发达的呼吸结节向外伸出,具类胡萝卜素以便于进行内呼吸,卵黄囊仔鱼避光,沉性
A. 2.4 喜穴产卵类群	粘性卵,大而数量较少,卵必须藏于裂隙内;胚胎有外伸的呼吸器官,仔鱼大,沉性
A. 2.5 喜贝产卵类群	卵经雌鱼产卵管产出,受精卵堆积在活的无脊椎动物的体腔内,有大而稠密的卵黄囊;仔鱼有避光性,可防止胚胎逃出,胚胎有大的呼吸结节和类胡萝卜素,对免疫抑制可能具有生化机制
B. 亲体护卫型:	
B. 1. 开放基质产卵亚型	
B. 1.1 喜浮产卵类群	卵无粘性,自动上浮;亲鱼在缺氧或少氧的水中保护水面上的卵子,胚胎有延伸的呼吸结节
B. 1.2 喜气产卵类群	卵粘性,仔鱼有粘液腺,雌鱼在水中作周期性的溅水护卵
B. 1.3 喜石产卵类群	卵强粘性,呈卵形或圆柱形,以粘液丝的一端成簇粘附在石上,多数为上层性的仔鱼
B. 1.4 喜植产卵类群	卵粘附在各种水生植物上,早期仔鱼没有粘液腺,早熟,自由游泳早
B. 2. 营巢亚型	
B. 2.1 喜泡沫筑巢类群	卵子成团堆积在粘液球内,仔鱼有粘液腺及十分发达的呼吸器官
B. 2.2 喜多态性筑巢类群	卵单个或成簇状,粘附在任何有效材料制成的巢内,卵黄致密,类胡萝卜素含量高;胚胎的呼吸结节十分发达,仔鱼通常以亲鱼体表的粘液为食
B. 2.3 喜石筑巢类群	卵由一个球形或长圆形的外壳包被,常粘附在一起;早期仔鱼具有粘液腺,粘附于水底,以尾部向上摆动营呼吸作用,胚胎呼吸器官中等或十分发达;早期仔鱼以亲鱼体表粘液为食
B. 2.4 喜粘胶筑巢类群	卵堆积在巢内,雄鱼护巢性强,胚胎具有十分发达的呼吸器官,但雄鱼仍对受精卵给予通气
B. 2.5 喜植筑巢类群	卵粘附在植物上,卵黄囊仔鱼以粘液腺悬挂在植物上,胚胎呼吸器官十分发达,亲鱼扇动水流帮助胚胎呼吸
B. 2.6 喜砂筑巢类群	用厚实的沙子粘附在卵膜上,随后被水冲散,卵子浮起;仔鱼靠发达的胸鳍游动,呼吸器官不发达
B. 2. 营巢亚型	
B. 2.7 喜穴筑巢类群	两种样式:一是在洞穴的顶端筑巢的鱼类,其胚胎呼吸器官发育中等,一是在水底打洞筑巢的种类,其胚胎呼吸器官十分发达
B. 2.8 喜海藻筑巢类群	卵子粘结成簇状,在海藻的根基受到保护,亲鱼用粘液将卵包起来,以防止线虫孢子侵入;早期仔鱼趋光,浮游性,以海藻为宿主
C. 亲体携带型:	
C. 1. 体表亚型	
C. 1.1 转移卵类群	卵子产出后以各种方式带卵,卵子放置好后任其孵化,好象无保护性的鱼类一样
C. 1.2 辅助卵类群	卵粘结成簇状或球状,粘附在亲鱼特殊发育的临时器官上;仔鱼的呼吸循环器官和色素都十分发达
C. 1.3 口腔卵类群	卵子在口腔内孵化;卵大球形或卵圆形,卵黄稠密;仔鱼具有十分发达的呼吸器官,并借助于类胡萝卜素进行内在的氧化代谢,仔鱼长大后放出
C. 1.4 鳃腔卵类群	卵在鳃腔中孵化
C. 1.5 袋囊卵类群	卵子在体外的袋囊中孵化;仔鱼呼吸器官和色素都非常发达,受精卵数量少
C. 2. 体内亚型	
C. 2.1 兼性体内卵类群	卵挂于靠近生殖孔的位置,在体内或体外完成早期阶段的胚胎发育,其间亲鱼的体重有下降
C. 2.2 卵胎生类群	卵在体内受精,在雌鱼的生殖系统内孵化,母体不供应胚胎营养物质,仔鱼在子宫内呼吸;其间亲鱼体重下降
C. 2.3 嗜卵或嗜胚卵生类群	体内发育的仔鱼摄食尚未发育卵子的卵黄或发育较差的同批胚胎;在仔鱼发育期间,亲鱼体重有较大的增加
C. 2.4 营养膜胎生类群	卵发育的部分或全部营养及气体交换均由母体提供胚胎具有特殊的膜状吸收结构

2 资料的来源和处理

鱼类繁殖共位群划分所依据的卵苗形态、繁殖习性等资料来源于1997年~2002年鱼类早期资源调查中所获得的材料。在此基础上,整理、归纳了长江流域鱼类早期发育的相关研究内容,研究对象包括了长江中较为常见的8目17科90种鱼类。

3 长江鱼类繁殖生态类群构成特点

3.1 长江鱼类繁殖生态类群的种类分布

3.1.1 无亲体护卫型(Nonguarders)

(1) 开放产卵亚型(Open Substatium hidens)

喜浮产卵类群(Pelagophils): 鲢 *Tenualosa reevesii*、鳊 *Siniperca chuatsi*、斑鳊 *S. scherzeri*、大眼鳊 *S. kneri*、鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*、鳊 *Aristichthys nobilis*、草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、青鱼 *Mylopharyngodon piceus*、赤眼鲮 *Squaliobarbus curriculus*、鳊 *Elopichthys bambusa*、鳊 *Leucibrama macrocephalus*、鳊 *Ochetobius elongatus*、鳊 *Parabramis pekinensis*、多鳞白甲鱼 *Onychostoma macrolepis*、铜鱼 *Coreius heterodon*、圆口铜鱼 *C. guichenoti*、华鳊 *Sarcocheilichthys sinensis sinensis*、似刺扁鳊 *Paracanthobrama guichenoti*、银鳊 *Gnathopogon argentatus*、宜昌鳊 *Gobiotia ichangensis*、花斑副泥鳅 *Botia xanthi*、犁头鳊 *Lep-turichthys Güntheri*、长薄鳊 *Lepturichthys fimbriata*。

喜石—喜浮产卵类群(Lithopelagophils): 中华倒刺鲃 *Spinibarbus sinensis*、瓣结鱼 *Torbrevifilis brevisifilis*、白甲鱼 *Onychostoma Simus*、华鳊 *Sinilabeo renadahil*、墨头鱼 *Garra pingi pingi*、云南光唇鱼 *Acrossocheilus yunanensis*、蒙古鲃 *C. mongolicus mongolicus*、翘嘴鲃 *C. alburnus Basilewsky*、团头鲂 *Megalobrama amblycephala*、鳊 *Hemiculter leucisculus*、齐口裂腹鱼 *Schizothorax prenanti*、中华鲟 *Acipenser sinensis*、达氏鲟 *A. dabryanus*、宽鳍鱮 *Zacco platypus*、中华细鲫 *Aphyocypris chinensis*、鲃 *Megalobrama skolkovii*。

喜石产卵类群(Lithophils): 宽口光唇鱼 *Acrossocheilus moticola*、唇鲃 *Hemibarbus labeo*、尖头鲃 *Phoxinus oxycephalus*、长江鲃 *P. lagowskii Dy-bowsky*、达氏鲃 *C. dabryi shinkainensis*、红鳍原鲃

Culter erythropterus、胭脂鱼 *Myxocyprinus asiaticus*、短尾鲃 *Leiocassis brevicaudatus*、切尾拟鲃 *Pseudobagrus truncatus*、瓦氏黄颡鱼 *Pelteobagrus vachelli*、南方鲃 *Silurus soldatovi meridionalis*、福建纹胸鲃 *Glyptothorax fukiensis*、大鳍鱮 *Mystus macropterus*、泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*、大鳞副泥鳅 *Paramisgurnus dabryanus*、沙塘鳢 *Odontobutis obscurus*、银鲃 *Xenocypris argentea*、黄尾鲃 *X. davidi*。

喜石—喜植产卵类群(Phytolithophils): 稀有鮡 *Gobiocypris rarus*、细鳞鲃 *Xenocypris microl-epis*、银鱼科鱼类 *Salangidae*。

喜植产卵类群(Phytophils): 鲤 *Cyprinus carpio haematopterus*、鲫 *Carassius auratus auratus*、花鲢 *Hemibarbus maculatus*、麦穗鱼 *Pseudorasbora fowleri*、鲃 *Silurus asotus*。

喜砂产卵类群(Psammophils): 蛇鮡 *Saunogobio dabryi*、长吻鲃 *Hemibarbus longirostris*。

(2) 隐蔽产卵亚型(Brood hidens)

喜穴产卵类群(Speleophils): 松江鲈 *Trachidernus fasciatus*。

喜贝产卵类群(Ostracophils): 鲃亚科的全部种类均属此类群,如中华鲃 *Rhodeus sinensis*、高体鲃 *Rhodeus ocellatus*、越南鲃 *Acheilognathus tonkinensis*、兴凯鲃 *Acanthorhodeus. chankaensis*、大鳍鲃 *Acanthorhodeus macropterus*。鮡亚科中鳊属的大部分种类也可能具有相似的繁殖习性^[3]。

3.1.2 亲体护卫型(Guarders)

(1) 基质选择亚型(Substratum choosers)

喜浮产卵类群(Pelagophils): 乌鳢 *Channa argus argus*、月鳢 *Channa asiatica*。

喜石产卵类群(Lithophils): 长吻鲃 *Leiocassis longirostris*、黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraco*。

(2) 营巢亚型(Nest spawners)

喜泡沫性筑巢类群(aerophils): 叉尾斗鱼 *Macropodus opercularis*、圆尾斗鱼 *Macropodus chinensis*、黄鲢 *Monopterus albus* 为长江水系的习见代表种。

喜沙筑巢类群(psammophils): 四川裂腹鱼 *Schizothorax kozlovi*、川陕哲罗鲑 *Hucho bleekeri*、棒花鱼 *Abbottina rivularis*。

3.1.3 亲体携带型(Bearers)

体表亚型(External bearers)

青鲢 *Oryzias latipes sinensis*。

3.2 长江鱼类繁殖共位群的构成特点

本文所涉及的 90 种长江鱼类占据 Balon 所列全部 33 个鱼类繁殖共位群中的 13 个,其中无亲体护卫型、亲体护卫型及亲体携带型的类群数分别为 78、11 和 1 个,分别占总类群数的 86.7%、12.2% 和 1.1%。63.3% 的种类分布在无亲体护卫型中前 3 个繁殖共位群中,依次为 23、16 和 18 个。

在已进行繁殖共位群划分的种类中,鲤形目鱼类共 61 种,占总种类数的 67.8%。其中鲤科鱼类 55 种,占鲤形目种类的 90.2%。鲤形目鱼类中无亲体护卫型种类为 53 种,占 86.9%,多为适应长江干流环境的漂浮性产卵类群以及适应湖泊定居的喜石性产卵类群与喜植性产卵类群。亲体护卫型中,仅有四川裂腹鱼、棒花鱼两种鲤科鱼类,大部分特殊的繁殖类群尚未发现。在本研究中没有处于较高进化阶层的亲体携带型的代表种类。

在喜浮产卵类群中,又可以划分为两个较为明显的亚群。一类受精卵卵径较小,卵内具有数目不等的油球对卵粒浮性的获得起主要作用,包括了鲢、鳊、大眼鳊、斑鳊 4 个种类。另一类则主要包括鲤形目的部分种类,其受精卵浮性的获得主要依靠卵膜吸水后形成的巨大卵周隙,使得卵子的密度与水接近,微小的水流即可使其漂浮,从而顺水漂流发育。从鱼类繁殖进化的演变过程来看,后者很有可能是由淡水中的粘性卵次生演变而来。

在鲤科鱼类中,鮡亚科的种类涵盖的繁殖共位群的数量最多,为 5 个,其后依次为鮠亚科 3 个,鲃亚科 3 个,裂腹鱼亚科 3 个,雅罗鱼亚科 2 个,鲴亚科 2 个,鲮亚科 2 个,而鲢亚科、鲤亚科、鳊亚科及鳅亚科属较为特化的群体,均隶属于一个繁殖共位群。这从某种意义上反应了各个种属间的系统进化关系。长江鱼类的繁殖共位群分布具体情况见表 2。

表 2 长江鱼类繁殖共位群的分布

Tab. 2 Classification of Reproductive Guilds of Fishes in the Yangtze River

共位群	裂腹鱼亚科	雅罗鱼亚科	鲢亚科	鮠亚科	鮡亚科	鳅亚科	鲴亚科	鲮亚科	鲃亚科	鲤亚科	鳊亚科	脂鲤科	鲟科	鲢科	鲑科	银鱼科	鳊科	鲈科	合鳃科	鲈科	鲴科	鳊科	斗鱼科	塘鳢科	
无亲体护卫型开放基质产卵亚型(74 种)																									
喜浮产卵类群		6	2	1	1	5	1					3		1										3	
喜石-喜浮产卵类群	1			5	6			2						2											
喜石产卵类群	2	2		2	1	1			2			2	1					4	1	1				1	
喜石-喜植产卵类群								1	1							6									
喜植产卵类群						2				2								1							
喜砂产卵类群						2																			
无亲体护卫型隐蔽产卵亚型(6 种)																									
喜穴产卵类群																									1
喜贝产卵类群										5															
亲体护卫型基质选择亚型(2 种)																									
喜浮产卵类群															2										
喜石产卵类群亲体护卫型营巢亚型(6 种)																									
喜泡沫筑巢类群																			1					2	
喜砂筑巢类群	1					1									1										
亲体携带型体内亚型(1 种)																									
转移产卵类群																									1

4 讨论

Balon 所划分的 33 个繁殖共位群包括了所有的 30 000 个现存的种群(或 20 000 种)^[3]。根据已有的资料,海洋鱼类繁殖共位群数量较多,且处于繁殖共位群较高进化阶层的种类多局限于海洋中。这是与海洋环境较稳定,空间生态位众多,物种极为丰富,竞争压力较大有关。在淡水生态系统中,相对而言环境的稳定性较差,因而鱼类种群在 r-K 连续系统中更倾向于 r 方,繁殖习性特化就相对较少。

淡水生态系统中,不同地区鱼类区系的繁殖共位群的组成也不尽相同。其中欧洲和加拿大的情况较为一致。繁殖共位群数量最少的是欧洲的不列颠群岛(British Isles)^[8]和加拿大的太平洋盆地(Pacific Basin),仅有 9 个。在欧洲的 15 个繁殖共位群中,维斯瓦河(Vistula River,波兰中部)有 11 个^[1],多瑙河(Danube River,欧洲南部河流)有 14 个^[2]。而加拿大共有 14 个繁殖共位群,其中北极盆地(Arctic Basin),哈德逊湾流域(Hudson Bay Basin)和大西洋盆地(Atlantic Basin)分别具有 10、13 和 14 个^[9]。黑龙江水系的繁殖共位群则有 12 个^[10]。仅就水系而言,长江水系中繁殖共位群的种类仅低于多瑙河的 15 个,而与北极盆地(Arctic Basin)中的相当。可见,长江鱼类繁殖共位群总数在淡水生态系统中是相对较多的。

加拿大和欧洲的喜浮产卵类群主要是海洋起源的^[11],黑龙江和长江中的种类则多为淡水起源的。该繁殖共位群类型在以上 4 个区系中分别包括了 8、13、20、23 种鱼类。黑龙江水系与长江水系比较,其繁殖共位群的组成基本相同,共有 8 种繁殖类型是重复的。差异较为显著的是长江中处于喜石—喜浮产卵类群和喜植—喜石产卵类群的种类较多,而黑龙江中以洞穴为巢并有护卫行为的种类较多,而长江中没有。这种差异可能反应了两个地区地理年代顺序的不同。而物种的入侵路线以及各个物种在两个生态系统中的生存历史的差异也是造成目前差异的因素。

根据长江现生鱼类的地理分布状况及其分类阶元分析,长江鱼类繁殖类群的系统进化过程可能是:首先出现的是定居于上游的原始种类,其生殖策略是属于无亲体护卫的喜石性产卵类群,受精卵粘附在急流中的石质底质上孵化。被流水冲脱的卵随水流而下,分散在中、下游生长。其中一部分适应泛洪

区的定居生活,并保持了祖先产粘性卵的习性,并利用环境中各种可以利用的材料作为产卵基质,形成了长江中、下游平原的定居性种类。另一部分保持了祖先在河流上游产卵的习性,同时适应于在泛洪区摄食,形成了现今为数众多的产漂流性卵的江湖洄游性鱼类。仅在河道中进行短距离洄游种类(如铜鱼、圆口铜鱼)可能是上游喜石产卵类群向喜浮产卵类群进化过程中的遗留种类;而在静水环境中产粘性卵,在流水环境中产漂流性卵(如属部分鱼类)的喜石—喜浮产卵类群则可能反映了产漂流性卵的江湖洄游鱼类与中下游产粘性卵定居性种类之间的联系。该模式的具体发生可能并不局限于长江水系,而是在较大的地理区域内发生,然后由于地质条件的变化,而导致各个类群的原始种类侵入长江流域。各个类群的原始种类在与环境的长期相互作用中,形成了现在的多样性繁殖策略。

从鱼类的繁殖适应分析不同繁殖共位群种类早期死亡的主要因素,进而采取相应的措施进行鱼类资源的保护和增殖也是一项重要工作内容。自 Hjort^[12]最早提出鱼类种群丰度的变动多半取决于新的年级的仔鱼群的存活,研究人员对鱼类早期阶段的死亡原因进行了深入的研究。如表现为早熟形态的仔鱼,多具有较强的活动能力。但是这是以降低繁殖力和延长最容易遭受敌害捕食的卵的阶段为代价的。常剑波^[13]通过对底层鱼类捕食中华鲟卵的数量变动趋势的理论分析,得到 90% 以上的中华鲟卵都被敌害鱼类捕食的结论。因此,对该类群的鱼类的保护,应该尽量开发新的产卵场,降低产卵场所过度集中的现象;同时,在繁殖季节,必须采取有效的方法控制敌害鱼类的密度。进行人工繁殖放流时,可以降低放流标准,以降低成本。而对于长江中为数众多的漂浮产卵类群而言,其遭受敌害捕食的影响较小,饥饿可能是其早期死亡的主要原因^[14]。实施中的“平垸行洪”政策,则有利于增加洪泛区,并使这些区域逐渐演替为大型草滩,同时也会有较多周丛生物的出现,这将扩大仔幼鱼的索饵场所,对提高该类群的早期存活率具有一定的积极意义。

参考文献:

- [1] BALON E K. A list and ecological characteristics of the Polish freshwater cyclostomes and fishes[J]. Pol Arch Hydrobiol, 1964, 12: 233~251.
- [2] BALON E K. Evolution of the Danube ichthyo fauna, its recent state and an attempt to predict further changes after construc-

- tion of planned hydro-electric power stations[J]. Biol pr, 1967, 13:1~145.
- [3] BALON E K. Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition[J]. J Fish Res Board Can, 1975, 32:821~864.
- [4] 蒋固政,张先锋,常剑波. 长江防洪工程对珍稀水生动物和鱼类的影响[J]. 人民长江, 2001, 32(7):39~41.
- [5] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京:中国林业出版社, 1995.
- [6] BALON E K. Reproductive guilds and the ultimate structure of fish taxocenes: Amended contribution to the discussion presented at the mini-symposium[J]. Env Boil Fish, 1978, 3: 149—152.
- [7] BALON E K. About processes which cause the evolution of guilds and species[J]. Env Biol Fish, 1981, 6:129~138.
- [8] MAITLAND P S. A key to freshwater fishes of the British Isles with notes on their distribution and ecology[J]. Freshwater Biol Assoc Sci Publ, 1972, 27:1~139.
- [9] SCOTT W B, CROSSMAN E J. Freshwater fishes of Canada [J]. Bull Fish Res Board Can, 1973, 183:966.
- [10] KRYZHANOVSKY S G, SMIRNOV A I, SOIN S G. Materials on the development of the Amur River fishes[J]. U S Bur Fish Bull, 1951, 35:87~134.
- [11] BANARESCU P M, GAUDET B J L, HUREAU J C. European inland water fish. Amultilingual catalogue[M]. London: Fishing News Ltd, 1971.
- [12] HJORT J. Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe Rapp P-v Reun Cons[J]. Int Explor Mer, 1948, 20:1~13.
- [13] 常剑波,曹文宣. 中华鲟物种保护的历史和前景[J]. 水生生物学报, 1999, 23(6):712~720.
- [14] SANFORD E. Regulation of key predation by small changes in ocean temperature[J]. Science, 1999, 283:2095~2097.

PRELIMINARY STUDY ON REPRODUCTIVE GUILDS OF FISHES IN THE YANGTZE RIVER

ZHANG Yi-chao^{1,2,3}, QIAO Ye², CHANG Jian-bo²

(1. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Science, Wuhan 430072, China;

2. Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079, China;

3. Graduate of University Students Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: According to reproductive habits and adaptation in the early development stage, the fishes in the Yangtze River, including 8 orders 17 families 90 species, were divided into 13 reproductive guilds, about 39.3% kinds of the total species in the river. 86.9% species of the Cypriniformes belong to non-guarded type. Most of them are pelagophils, lithophils and phytophils, adapting to dwell between lakes and rivers respectively. Compared with current classification system, species of Acheilognathinae limited to only one reproductive guild, while the species of Gobioninae scatter into five guilds. The different components of reproductive guilds in different fauna are compared. Furthermore, the ecological adaptation of different reproductive guilds and the application on protection of fish resources in the Yangtze River were discussed.

Key words: reproductive guild; early ontogeny; the Yangtze River